

УТВЕРЖДАЮ

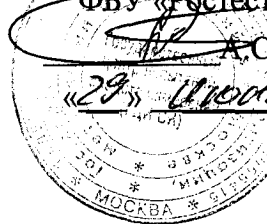
Руководитель ГЦИ СИ

Зам. Генерального директора

ФБУ «Ростест-Москва»

А.С. Евдокимов

«29» *Июль* 2012 г.



ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

**Анализатор мощных устройств/характериограф В1505А с модулями
В1510А, В1511А, В1512А, В1513А, В1513В, В1514А, В1520А, В1525А,
В1530А.**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-342/447-2012

г. Москва
2012

Настоящая методика поверки (далее по тексту – методика) распространяется на анализатор мощных устройств/характериограф В1505А с модулями В1510А, В1511А, В1512А, В1513А, В1513В, В1514А, В1520А, В1525А, В1530А (далее по тексту - анализатор), изготовленные по технической документации фирмы «Agilent Technologies», Малайзия, Япония, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Межповерочный интервал – 1 год.

1 ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки проводят операции, указанные в таблице 1 и применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 1. – Операции поверки

№ п/п	Операции поверки	№ п/п методики
1	Внешний осмотр	5.1
2	Опробование	5.2
3	Определение метрологических характеристик	5.3
3.1	Определение абсолютной погрешности воспроизведения и измерения напряжения постоянного тока	5.3.1
3.2	Определение абсолютной погрешности воспроизведения и измерения силы постоянного тока	5.3.2
3.3	Определение метрологических характеристик модуля многочастотного измерителя ёмкости В1520А.	5.3.3
3.4	Определение основной погрешности измерения частоты испытательного сигнала модулем В1520А	5.3.3.1
3.5	Определение основной абсолютной погрешности установки уровня испытательного сигнала модулем В1520А.	5.3.3.2
3.6	Определение относительной погрешности измерения электрической ёмкости модулем В1520А	5.3.3.3
3.7	Определение относительной погрешности амплитудных и временных характеристик импульсов модуля В1525А (HV- SPGU)	5.3.4
3.8	Определение относительной погрешности характеристик сигналов произвольной формы модуля В1530А.	5.3.5
3.9	Подтверждение соответствия программного обеспечения	5.3.6

Таблица 2. – Средства поверки

Номер пункта МП	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и метрологические и основные технические характеристики средства поверки.
5.3.1-5.3.2	<i>Мультиметр 3458А</i>
	Диапазон измерения напряжения постоянного тока: 0 – 1000 В; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения (ΔU): $\pm (0,5 \cdot 10^{-6} - 2,5 \cdot 10^{-6}) \cdot U$ диапазон измерения силы постоянного тока: 0 – 1 А; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения (ΔI): $\pm (1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-4}) \cdot I$.
	<i>Катушка электрического сопротивления Р310</i>
5.3.2-5.3.3	Номинальное сопротивление: 0,01 Ом; класс точности: 0,02
5.3.1	<i>Делитель высокого напряжения постоянного тока ДНВ-100.</i>
	Делитель постоянного напряжения высоковольтный: 0... 30 кВ; коэфф. деления 1:1000/ 1:2000; погрешность уст. к/дел. 0,5% / 0,6%; $R_{вх}$ 500 МОм;
5.3.3	<i>Меры ёмкости Р597</i>
	класс точности от 0,05 до 0,2.
5.3.3	<i>Частотомер 53132А</i>
	Диапазон измерений от 0Гц до 225МГц, погрешность ± 2 ppm.

5.3.4-	<i>Осциллограф цифровой 54820А</i>
5.3.5	Двухканальный, частота до 500 МГц, погрешность $\pm 2,0\%$ от полной шкалы.

Примечания

- 1 Допускается применять другие средства поверки, удовлетворяющие по точности требованиям настоящей методики.
- 2 Соотношение пределов допускаемой основной абсолютной погрешности образцовых средств измерений и поверяемых источников-измерителей для каждой проверяемой точки должно быть не более 1:3.
- 3 Все средства поверки должны быть исправны и поверены в установленном порядке.

2 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К поверке анализаторов допускают лиц, аттестованных на право поверки средств измерений электрических и магнитных величин.

Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и иметь удостоверение на право работы на электроустановках с напряжением до 3000 В с группой допуска не ниже III.

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки должны быть соблюдены требования ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.2.007.3-75, ГОСТ 12.3.019-80, «Правила эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденные Главгосэнергонадзором.

Должны также быть обеспечены требования безопасности, указанные в эксплуатационных документах на средства поверки.

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

4.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

Температура окружающего воздуха, °С 20 ± 5

Относительная влажность воздуха, %..... 30 – 80

Атмосферное давление, кПа..... 84 – 106

4.2 Средства поверки готовят к работе согласно указаниям, приведенным в соответствующих эксплуатационных документах.

5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие проверяемого прибора следующим требованиям:

- ☐ комплектности прибора в соответствии с руководством по эксплуатации и методикой поверки;
- ☐ отсутствие механических повреждений корпуса, лицевой панели, органов управления, соединительных элементов, индикаторных устройств, нарушающих работу прибора или затрудняющих поверку.

Анализаторы, имеющие дефекты, дальнейшей поверке не подвергаются, бракуются и направляются в ремонт.

5.2 Опробование

Проверить работоспособность ЖКИ и функциональных клавиш; режимы, отображаемые на ЖКИ, при переключении режимов измерений и нажатии соответствующих клавиш, должны соответствовать руководству по эксплуатации.

5.3 Определение метрологических характеристик

5.3.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения и измерения напряжения постоянного тока

Определение абсолютной погрешности воспроизведения и измерения напряжения постоянного тока проводится одновременно попарно для каналов измерения и воспроизведения напряжения постоянного тока встраиваемых сменных модулей анализатора в следующей последовательности:

-подключиться мультиметром с адаптером (BNC-2 банана) через тройник BNC при помощи измерительных проводов к разъём «Force» модуля B1510A анализатора и разъёму канала «Sense» модуля B1510A анализатора (мультиметр параллелен каналу «Sense») согласно рисунку 1;

-мультиметр перевести в режим измерения напряжения постоянного тока в требуемый диапазон;

-воспроизвести каналом «Force» модуля анализатора значения напряжения постоянного тока в соответствии с таблице 2;

□ по показаниям мультиметра 3458А зафиксировать значения напряжения на выходе поверяемого анализатора в каждой проверяемой точке для данного модуля;

□ абсолютную погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока определить по формуле:

$$\Delta U_{\text{воспр}} = U_{\text{воспр}} - U \quad (1)$$

где $U_{\text{воспр}}$ – значение напряжения постоянного тока, установленное на выходе поверяемого анализатора;

U – измеренное значение напряжения по показаниям мультиметра 3458А.

□ абсолютную погрешность измерения напряжения постоянного тока определить по формуле:

$$\Delta U_{\text{изм}} = U_{\text{изм}} - U \quad (2)$$

где $U_{\text{изм}}$ – значение напряжения постоянного тока, измеренное мультиметром 3458А

U – значение напряжения постоянного тока, измеренное модулем.

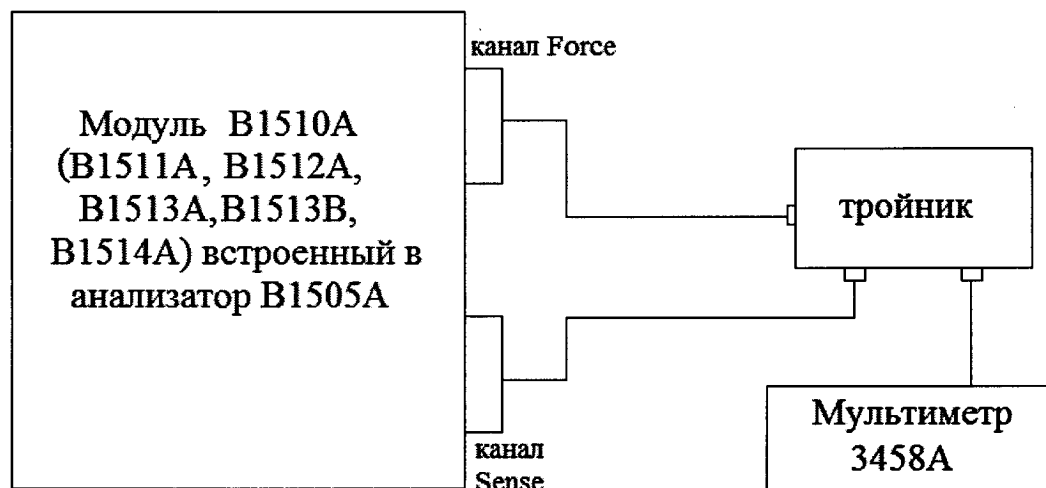


Рисунок 1 – схема включения для определения абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока.

Вышеперечисленные операции провести для каждого входящего в анализатор модуля В1510А, В1511А В1512А и В1514А поверяемого анализатора.

Для модуля В1513А или В1513В измерения проводятся только в режиме воспроизведения, через делитель высокого напряжения постоянного тока ДНВ-100 с коэффициентом деления 3. Напряжение постоянного тока снимается с разъема «Force» модуля В1513А или В1513В и подается на делитель, с которого считывается мультиметром. Измеренное значение умножается на коэффициент делителя 3, после чего производится расчет погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока по формуле 1.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормируемых значений, указанных в таблице 3.

Таблица 3

Модуль	Верхний предел диапазона воспроизведения/измерений	Проверяемая отметка диапазона	Пределы допускаемой погрешности	
			Воспроизведения	Измерений
1	2	3	4	5
В1510А	2 В	0,2 В	±0,436 мВ	±0,16 мВ
		0,5 В	±0,49 мВ	±0,19 мВ
		1 В	±0,58 мВ	±0,24 мВ
		1,5 В	±0,67 мВ	±0,29 мВ
		2 В	±0,76 мВ	±0,34 мВ
	20 В	2 В	±3,36 мВ	±0,34 мВ
		5 В	±3,9 мВ	±0,64 мВ
		10 В	±4,8 мВ	±1,14 мВ
		15 В	±5,7 мВ	±1,64 мВ
		20 В	±7,2 мВ	±2,14 мВ
	40 В	4 В	±6,72 мВ	±1,4 мВ
		10 В	±7,8 мВ	±2 мВ
		20 В	±9,6 мВ	±3 мВ
		30 В	±11,4 мВ	±4 мВ
		40 В	±13,2 мВ	±5 мВ
	100 В	10 В	±16,8 мВ	±3,7 мВ
		25 В	±19,5 мВ	±5,5 мВ
		50 В	±24 мВ	±8,5 мВ
		75 В	±28,5 мВ	±11,5 мВ
		100 В	±33 мВ	±14,5 мВ
	200 В	20 В	±33,6 мВ	±5,6 мВ
		50 В	±39 мВ	±9,8 мВ
		100 В	±48 мВ	±16,8 мВ
		150 В	±57 мВ	±23,8 мВ
		200 В	±66 мВ	±30,8 мВ
В1511А	0,5 В	0,05 В	±0,159 мВ	±0,125 мВ
		0,1 В	±0,168 мВ	±0,14 мВ
		0,3 В	±0,204 мВ	±0,15 мВ
		0,4 В	±0,222 мВ	±0,16 мВ
		0,5 В	±0,24 мВ	±0,17 мВ
	2 В	0,2 В	±0,436 мВ	±0,16 мВ
		0,5 В	±0,49 мВ	±0,19 мВ
		1 В	±0,58 мВ	±0,24 мВ
		1,5 В	±0,67 мВ	±0,29 мВ
		2 В	±0,76 мВ	±0,34 мВ
	5 В	0,5 В	±0,84 мВ	±0,295 мВ
		1 В	±0,93 мВ	±0,34 мВ

		3 B	$\pm 1,29 \text{ мВ}$	$\pm 0,52 \text{ мВ}$
		4 B	$\pm 1,47 \text{ мВ}$	$\pm 0,61 \text{ мВ}$
		5 B	$\pm 1,65 \text{ мВ}$	$\pm 0,7 \text{ мВ}$
	20 B	2 B	$\pm 3,36 \text{ мВ}$	$\pm 1,1 \text{ мВ}$
		5 B	$\pm 3,9 \text{ мВ}$	$\pm 1,4 \text{ мВ}$
		10 B	$\pm 4,8 \text{ мВ}$	$\pm 1,9 \text{ мВ}$
		15 B	$\pm 5,7 \text{ мВ}$	$\pm 2,4 \text{ мВ}$
		20 B	$\pm 6,6 \text{ мВ}$	$\pm 2,9 \text{ мВ}$
	40 B	4 B	$\pm 6,72 \text{ мВ}$	$\pm 1,4 \text{ мВ}$
		10 B	$\pm 7,8 \text{ мВ}$	$\pm 2 \text{ мВ}$
		20 B	$\pm 9,6 \text{ мВ}$	$\pm 3 \text{ мВ}$
		30 B	$\pm 11,4 \text{ мВ}$	$\pm 4 \text{ мВ}$
		40 B	$\pm 13,2 \text{ мВ}$	$\pm 5 \text{ мВ}$
	100 B	10 B	$\pm 16,8 \text{ мВ}$	$\pm 3,7 \text{ мВ}$
		25 B	$\pm 19,5 \text{ мВ}$	$\pm 5,5 \text{ мВ}$
		50 B	$\pm 24 \text{ мВ}$	$\pm 8,5 \text{ мВ}$
		75 B	$\pm 28,5 \text{ мВ}$	$\pm 11,5 \text{ мВ}$
		100 B	$\pm 33 \text{ мВ}$	$\pm 14,5 \text{ мВ}$
B1512A, B1514A	0,2 B	20 мВ	$\pm 1,152 \text{ мВ}$	$\pm 1,152 \text{ мВ}$
		50 мВ	$\pm 1,17 \text{ мВ}$	$\pm 1,17 \text{ мВ}$
		100 мВ	$\pm 1,2 \text{ мВ}$	$\pm 1,2 \text{ мВ}$
		150 мВ	$\pm 1,23 \text{ мВ}$	$\pm 1,23 \text{ мВ}$
		200 мВ	$\pm 1,26 \text{ мВ}$	$\pm 1,26 \text{ мВ}$
	2 B	0,2 B	$\pm 10,72 \text{ мВ}$	$\pm 10,72 \text{ мВ}$
		0,5 B	$\pm 10,9 \text{ мВ}$	$\pm 10,9 \text{ мВ}$
		1 B	$\pm 11,2 \text{ мВ}$	$\pm 11,2 \text{ мВ}$
		1,5 B	$\pm 11,5 \text{ мВ}$	$\pm 11,5 \text{ мВ}$
		2 B	$\pm 11,8 \text{ мВ}$	$\pm 11,8 \text{ мВ}$
	20 B	2 B	$\pm 104,2 \text{ мВ}$	$\pm 104,2 \text{ мВ}$
		5 B	$\pm 106 \text{ мВ}$	$\pm 106 \text{ мВ}$
		10 B	$\pm 109 \text{ мВ}$	$\pm 109 \text{ мВ}$
		15 B	$\pm 112 \text{ мВ}$	$\pm 112 \text{ мВ}$
		20 B	$\pm 115 \text{ мВ}$	$\pm 115 \text{ мВ}$
	40 B (Модуль B1514A воспроизводит до $\pm 30 \text{ В}$)	4 B	$\pm 205,4 \text{ мВ}$	$\pm 205,4 \text{ мВ}$
		10 B	$\pm 209 \text{ мВ}$	$\pm 209 \text{ мВ}$
		20 B	$\pm 215 \text{ мВ}$	$\pm 215 \text{ мВ}$
		30 B	$\pm 221 \text{ мВ}$	$\pm 221 \text{ мВ}$
		40 B	$\pm 227 \text{ мВ}$	$\pm 227 \text{ мВ}$
B1513A, B1513B	200 B	20 B	$\pm 46 \text{ мВ}$	$\pm 46 \text{ мВ}$
		50 B	$\pm 55 \text{ мВ}$	$\pm 55 \text{ мВ}$
		150 B	$\pm 85 \text{ мВ}$	$\pm 85 \text{ мВ}$
		200 B	$\pm 100 \text{ мВ}$	$\pm 100 \text{ мВ}$
	500 B	50 B	$\pm 115 \text{ мВ}$	$\pm 115 \text{ мВ}$
		100 B	$\pm 130 \text{ мВ}$	$\pm 130 \text{ мВ}$
		200 B	$\pm 160 \text{ мВ}$	$\pm 160 \text{ мВ}$
		500 B	$\pm 250 \text{ мВ}$	$\pm 250 \text{ мВ}$
	1500 B	150 B	$\pm 345 \text{ мВ}$	$\pm 345 \text{ мВ}$
		500 B	$\pm 450 \text{ мВ}$	$\pm 450 \text{ мВ}$
		1000 B	$\pm 600 \text{ мВ}$	$\pm 600 \text{ мВ}$
		1500 B	$\pm 750 \text{ мВ}$	$\pm 750 \text{ мВ}$
	3000 B	300 B	$\pm 690 \text{ мВ}$	$\pm 690 \text{ мВ}$
		500 B	$\pm 750 \text{ мВ}$	$\pm 750 \text{ мВ}$
		1500 B	$\pm 1050 \text{ мВ}$	$\pm 1050 \text{ мВ}$
		3000 B	$\pm 1500 \text{ мВ}$	$\pm 1500 \text{ мВ}$

5.3.2 Определение абсолютной погрешности воспроизведения и измерения силы постоянного тока

4.2.3.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения постоянного тока проводят при помощи мультиметра 3458А методом прямых измерений для диапазона от 100 мкА до 1 А и методом косвенных измерений для диапазона до 100 мкА и от 1 А до 20 А (в импульсном режиме).

Определение абсолютной погрешности воспроизведения и измерения постоянного тока, в диапазоне от 100 мкА до 1 А, проводится одновременно попарно для каналов измерения и воспроизведения постоянного тока встраиваемых сменных модулей анализатора в следующей последовательности:

-подключить мультиметр 3458А с адаптером (BNC-2 банана) при помощи измерительного провода к разъем «Force» модуля В1510А анализатора и другим измерительным проводом к разъему канала «Sense» модуля В1510А анализатора (мультиметр последовательно включен в цепь канал «Force» - канал «Sense») согласно рисунку 1;

-мультиметр перевести в режим измерения постоянного тока в требуемый диапазон;

-воспроизвести каналом «Force» модуля анализатора значения постоянного тока в соответствии с табл.4

□ по показаниям мультиметра 3458А зафиксировать значения тока на выходе поверяемого анализатора в каждой проверяемой точке для данного модуля;

□ абсолютную погрешность воспроизведения силы постоянного тока определить по формуле:

$$\Delta I_{\text{восп}} = I_{\text{восп}} - I \quad (3)$$

где $I_{\text{восп}}$ – значение постоянного тока, установленное на выходе поверяемого модуля анализатора;

I – измеренное значение постоянного тока по показаниям мультиметра 3458А.

□ абсолютную погрешность измерения силы постоянного тока определить по формуле:

$$\Delta I_{\text{изм}} = I_{\text{изм}} - I \quad (4)$$

где $I_{\text{изм}}$ – значение постоянного тока, измеренное мультиметром 3458А

I – значение постоянного тока, измеренное модулем.

Вышеперечисленные операции провести для каждого входящего в анализатор модуля В1510А, В1511А, В1512А, В1513А, В1513В и В1514А поверяемого анализатора в диапазоне от 100мкА до 1А.

4.2.3.2 Определение абсолютной погрешности воспроизведения и измерения постоянного тока, в диапазоне до 100мкА, проводится одновременно попарно для каналов измерения и воспроизведения постоянного тока, встраиваемых сменных модулей анализатора при помощи мультиметра 3458А и катушки электрического сопротивления Р310 в следующей последовательности:

- разъем «Force» модуля В1510А анализатора при помощи измерительных проводов соединить с токовыми разъемами измерительной катушке Р310 и другими измерительными проводами к разъему канала «Sense» модуля В1510А анализатора. Мультиметр 4458А с адаптером (BNC-2 банана) при помощи измерительных проводов подключить параллельно измерительной катушке;

-мультиметр перевести в режим измерения напряжения постоянного тока в требуемый диапазон;

-воспроизвести каналом «Force» модуля анализатора значения постоянного тока в соответствии с табл.4

□ с помощью мультиметра 3458А зафиксировать падение напряжения на потенциальных разъемах катушки Р310;

□ абсолютную погрешность воспроизведения силы постоянного тока определить по формуле:

$$\Delta I_{уст} = I_{уст} - U_{изм}/R \quad (1)$$

где $I_{уст}$ – значение постоянного тока, установленное на выходе поверяемого модуля анализатора;

$U_{изм}$ – измеренное значение напряжения постоянного тока по показаниям мультиметра 3458A;

R – значение сопротивления измерительной катушки.

Определение абсолютной погрешности воспроизведения и измерения постоянного тока, в диапазоне от 1 А до 20 А (в импульсном режиме) повторить вышеперечисленные операции с измерительной катушкой Р310.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормируемых значений, указанных в таблице 4.

Таблица 4

Модуль	Верхний предел диапазона воспроизведения/измерений	Проверяемая отметка диапазона	Пределы допускаемой погрешности	
			Воспроизведения	Измерений
1	2	3	4	5
B1510A, B1511A	1 нА	0,1 нА	±0,6 пА	±0,6 пА
		0,3 нА	±0,8 пА	±0,8 пА
		0,5 нА	±1 пА	±1 пА
		0,7 нА	±1,2 пА	±1,2 пА
		0,9 нА	±1,4 пА	±1,4 пА
	10 нА	1 нА	±6 пА	±5,5 пА
		3 нА	±8 пА	±7,5 пА
		5 нА	±10 пА	±9,5 пА
		7 нА	±12 пА	±11,5 пА
		9 нА	±14 пА	±13,5 пА
	100 нА	10 нА	±55 пА	±50 пА
		30 нА	±65 пА	±60 пА
		50 нА	±75 пА	±70 пА
		70 нА	±85 пА	±80 пА
		90 нА	±95 пА	±90 пА
	1 мкА	0,1 мкА	±0,55 нА	±0,35 нА
		0,3 мкА	±0,65 нА	±0,45 нА
		0,5 мкА	±0,75 нА	±0,55 нА
		0,7 мкА	±0,85 нА	±0,65 нА
		0,9 мкА	±0,95 нА	±0,75 нА
	10 мкА	1 мкА	±5,5 нА	±4,4 нА
		3 мкА	±6,5 нА	±5,2 нА
		5 мкА	±7,5 нА	±6,0 нА
		7 мкА	±8,5 нА	±6,8 нА
		9 мкА	±9,5 нА	±7,6 нА
	100 мкА	10 мкА	±38,5 нА	±26 нА
		30 мкА	±45,5 нА	±32 нА
		50 мкА	±52,5 нА	±38 нА
		70 мкА	±59,5 нА	±44 нА
		90 мкА	±66,5 нА	±50 нА
	1 мА	0,1 мА	±0,39 мкА	±0,29 мкА
		0,3 мА	±0,47 мкА	±0,35 мкА
		0,5 мА	±0,55 мкА	±0,41 мкА
		0,7 мА	±0,63 мкА	±0,47 мкА
		0,9 мА	±0,71 мкА	±0,53 мкА
	10 мА	1 мА	±3,9 мкА	±2,5 мкА
		3 мА	±4,7 мкА	±3,1 мкА
		5 мА	±5,5 мкА	±3,7 мкА

		7 мА 9 мА	±6,3 мкА ±7,1 мкА	±4,3 мкА ±4,9 мА
	100 мА Максим U=100В	10 мА 30 мА 50 мА 70 мА 90 мА	±29,5 мкА ±38,5 мкА ±47,5 мкА ±56,5 мкА ±65,5 мкА	±20 мкА ±28 мкА ±36 мкА ±44 мкА ±52 мкА
	1 А (модуль В1510А) Максим U=20В	0,1 А 0,3 А 0,5 А 0,7 А 0,9 А	±0,72 мА ±1,52 мА ±2,32 мА ±3,12 мА ±3,92 мА	±0,57 мА ±1,37 мА ±2,17 мА ±2,97 мА ±3,77 мА
В1512А, В1514А	10мкА	1 мкА 3 мкА 5 мкА 7 мкА 9 мкА	±6,6 нА ±7,8 нА ±9 нА ±10,2 нА ±11,4 нА	±6,6 нА ±7,8 нА ±9 нА ±10,2 нА ±11,4 нА
	100мкА	10 мкА 30 мкА 50 мкА 70 мкА 90 мкА	±66 нА ±78 нА ±90 нА ±102 нА ±114 нА	±66 нА ±78 нА ±90 нА ±102 нА ±114 нА
	1мА	0,1 мА 0,3 мА 0,5 мА 0,7 мА 0,9 мА	±0,66 мкА ±0,78 мкА ±0,9 мкА ±1,02 мкА ±1,14 мкА	±0,66 мкА ±0,78 мкА ±0,9 мкА ±1,02 мкА ±1,14 мкА
	10мА	1 мА 3 мА 5 мА 7 мА 9 мА	±6,6 мкА ±7,8 мкА ±9 мкА ±10,2 мкА ±11,4 мкА	±6,6 мкА ±7,8 мкА ±9 мкА ±10,2 мкА ±11,4 мкА
	100мА	10 мА 30 мА 50 мА 70 мА 90 мА	±66 мкА ±78 мкА ±90 мкА ±102 мкА ±114 мкА	±66 мкА ±78 мкА ±90 мкА ±102 мкА ±114 мкА
	1А (Модуль В1514А в импульсном режиме)	0,1 А 0,3 А 0,5 А 0,7 А 0,9 А	±1 мА ±1,8 мА ±2,6 мА ±3,4 мА ±4,2 мА	±1 мА ±1,8 мА ±2,6 мА ±3,4 мА ±4,2 мА
	20А (Модуль В1512А в импульсном режиме)	1 А 5 А 10 А 15 А 20 А	±10 мА ±26 мА ±46 мА ±66 мА ±86 мА	±10 мА ±26 мА ±46 мА ±66 мА ±86 мА
В1513А, В1513В	1 нА	0,1 нА 0,3 нА 0,5 нА 0,7 нА 0,9 нА	±3,7 пА ±3,9 пА ±4,1 пА ±4,3 пА ±4,5 пА	±3,7 пА ±3,9 пА ±4,1 пА ±4,3 пА ±4,5 пА
	10 нА	1 нА 3 нА	±6,5 пА ±8,5 пА	±6,5 пА ±8,5 пА

		5 нА	±10,5 пА	±10,5 пА
		7 нА	±12,5 пА	±12,5 пА
		9 нА	±14,5 пА	±14,5 пА
	100 нА	10 нА	±0,33 нА	±0,33 нА
		30 нА	±0,34 нА	±0,34 нА
		50 нА	±0,35 нА	±0,35 нА
		70 нА	±0,36 нА	±0,36 нА
		90 нА	±0,37 нА	±0,37 нА
	1 мкА	0,1 мкА	±0,45 нА	±0,45 нА
		0,3 мкА	±0,55 нА	±0,55 нА
		0,5 мкА	±0,65 нА	±0,65 нА
		0,7 мкА	±0,75 нА	±0,75 нА
		0,9 мкА	±0,85 нА	±0,85 нА
	10 мкА	1 мкА	±0,324 нА	±0,324 нА
		3 мкА	±0,332 нА	±0,332 нА
		5 мкА	±0,34 нА	±0,34 нА
		7 мкА	±0,348 нА	±0,348 нА
		9 мкА	±0,356 нА	±0,356 нА
	100 мкА	10 мкА	±0,36 нА	±0,36 нА
		30 мкА	±0,42 нА	±0,42 нА
		50 мкА	±0,48 нА	±0,48 нА
		70 мкА	±0,54 нА	±0,54 нА
		90 мкА	±0,6 нА	±0,6 нА
	1 мА	0,1 мА	±0,39 мкА	±0,39 мкА
		0,3 мА	±0,45 мкА	±0,45 мкА
		0,5 мА	±0,51 мкА	±0,51 мкА
		0,7 мА	±0,57 мкА	±0,57 мкА
		0,9 мА	±0,63 мкА	±0,63 мкА
	10 мА	1 мА	±3,5 мкА	±3,5 мкА
		3 мА	±4,1 мкА	±4,1 мкА
		5 мА	±4,7 мкА	±4,7 мкА
		7 мА	±5,3 мкА	±5,3 мкА
		9 мА	±5,9 мкА	±5,9 мкА

5.3.3. Определение метрологических характеристик модуля многочастотного измерителя ёмкости В1520А.

5.3.3.1 Определение основной относительной погрешности установки частоты испытательного сигнала модулем В1520А проводится с помощью частотомера 53132А методом прямых измерений. Частотомер соединяется с модулем В1520А согласно руководству эксплуатации В1505А-90000 РЭ. Измерения проводятся для всех частот испытательного сигнала в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5 Проверяемые точки испытательного сигнала и их допустимые пределы погрешности.

Значения частоты испытательного сигнала, кГц	Пределы допустимых значений частоты, кГц	
	Минимальное	Максимальное
1	999,92 Гц	1000,08 Гц
10	9999,2 Гц	10000,8 Гц
100	99,992 кГц	100,008 кГц
1000	999,992 кГц	1000,08 кГц
5000	4999,6 кГц	5000,4 кГц

Основная относительная погрешность установки частоты испытательного сигнала вычисляется по формуле:

$$\delta_F = (F_{уст} - F_{изм}) / F_{уст} \times 100$$

где $F_{уст}$ – установленная частота испытательного сигнала;

$F_{изм}$ – частота, измеренная частотомером.

δ_F – для всего диапазона не должна превышать $\pm 0,008\%$

Результаты проверки считают удовлетворительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормируемых значений, указанных в таблице 5.

5.3.3.2 Определение основной погрешности установки уровня испытательного сигнала.

Определение основной абсолютной погрешности установки уровня испытательного сигнала проводится с помощью мультиметра 3458А. Мультиметр соединяется с модулем В1520А согласно руководству эксплуатации В1505А-90000 РЭ. Измерения проводятся на частотах и уровнях испытательного сигнала в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6 Испытываемые значения сигнала и пределы их допустимых погрешностей

Значение испытательного сигнала, кГц	Уровень, мВ _{скз}	Пределы допускаемой погрешности, мВ _{скз}			
		Воспроизведение		Измерение	
		Без кабеля	С кабелем	Без кабеля	С кабелем
1	10	± 2	$\pm 2,5$	± 2	$\pm 2,5$
	100	± 11	± 16	± 11	± 16
	200	± 21	± 31	± 21	± 31
	250	± 26	$\pm 38,5$	± 26	$\pm 38,5$
100	10	± 2	$\pm 2,5$	± 2	$\pm 2,5$
	100	± 11	± 16	± 11	± 16
	200	± 21	± 31	± 21	± 31
	250	± 26	$\pm 38,5$	± 26	$\pm 38,5$
1000	10	± 2	$\pm 2,5$	± 2	$\pm 2,5$
	100	± 11	± 16	± 11	± 16
	200	± 21	± 31	± 21	± 31
	250	± 26	$\pm 38,5$	± 26	$\pm 38,5$
5000	10	± 2	$\pm 2,5$	± 2	$\pm 2,5$
	100	± 11	± 16	± 11	± 16
	200	± 21	± 31	± 21	± 31
	250	± 26	$\pm 38,5$	± 26	$\pm 38,5$

Результаты проверки считают удовлетворительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормируемых значений, указанных в таблице 6.

5.3.3.3 Определение абсолютной погрешности измерения электрической ёмкости модулем В1520А.

Определение основной относительной погрешности В1520А при измерении ёмкости проводится методом прямого измерения при помощи мер ёмкости Р597. Для мер ёмкости 1пФ, 100пФ, 1000пФ, 0,01мкФ, 0,1мкФ и 1мкФ на частотах испытательного сигнала 1, 10, 100кГц а так же 1 и 5МГц. Уровень испытательного сигнала установить 250мВ.

Меры индуктивности соединяются с модулем В15120А согласно руководству эксплуатации В1505А-90000 РЭ

Основная относительная погрешность измерений ёмкости определяется по формуле:

Основная относительная погрешность измерения параметров определяется по формуле:

$$\delta = E_P + (Z_S / |Z_X| + Y_0 \times |Z_X|) \times 100 [\%]$$

(6)

где $E_P = E_{PL} + E_{POSC} + E_P [\%]$

$Z_S = Z_{SL} + Z_{OSC} + Z_S [\text{Ом}]$

$Y_0 = Y_{OL} + Y_{OSC} + Y_0 [\text{См}]$

$|Z_X|$ - модуль полного сопротивления измеряемой величины [Ом],

E_{PL} , Y_{OL} , Z_{SL} - коэффициенты по таблице 9

E_{POSC} , Z_{OSC} - коэффициенты по таблице 8

E_P, Z_S, Y_{OSC}, Y_0 - коэффициенты по таблице 10

Расчет погрешности измеряемых величин проводится при следующих условиях:

температура $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

время измерения 1PLC.

(PLC= Power Line Cycle данная величина используется при генерировании и измерении малых токов фильтрует напряжение и помехи с частотой сети и кратным им частотам.)

$|Z_X|$ - модуль полного сопротивления

D_X -измеряемая величина (тангенс угла потерь)

Таблица 7 коэффициенты для расчета погрешности измерения емкости

Измеряемая величина	$D_X \leq 0,1$	$D_X > 0,1$
$ Z_X $ -модуль полного сопротивления	$\pm \delta$ (%)	
θ -фазовый угол	$\pm \delta/100$ [рад]	
C-ёмкость	$\pm \delta$ (%)	$\pm \delta \times \sqrt{1 + D_X^2}$ (%)
D-тангенс угла потерь	$\pm \delta/100$	$\pm \delta \times (1 + D_X)/100$
G-активная проводимость	$\pm \delta/D_X$ (%)	$\pm \delta \times \frac{\sqrt{1 + D_X^2}}{D_X}$ (%)

Таблица 8 коэффициенты для расчета погрешности измерения емкости

Уровень $U_{-}^{(1)}$	$E_{POSC}[\%]$	$Z_{OSC}[\text{МОм}]$
$125\text{мВ} < U_{-} \leq 250\text{мВ}$	$0,03 \times (250/U_{-} - 1)$	$5 \times (250/U_{-} - 1)$
$64\text{мВ} < U_{-} \leq 125\text{мВ}$	$0,03 \times (125/U_{-} - 1)$	$5 \times (125/U_{-} - 1)$
$32\text{мВ} < U_{-} \leq 64\text{мВ}$	$0,03 \times (64/U_{-} - 1)$	$5 \times (64/U_{-} - 1)$
$U_{-} \leq 32\text{мВ}$	$0,03 \times (32/U_{-} - 1)$	$5 \times (32/U_{-} - 1)$

⁽¹⁾- U_{-} -напряжение переменного тока на выходе блока В1520А в мВ

Таблица 9 коэффициенты для расчета погрешности измерения емкости

Длина кабеля ⁽¹⁾	$E_{PL}[\%]$	$Y_{OL}[\text{нсек}]$	$Z_{SL}[\text{МОм}]$
1,5м	$0,02 + 3 \times f^{(2)}/100$	$750 \times f/100$	5,0
3м	$0,02 + 5 \times f/100$	$1500 \times f/100$	5,0

⁽¹⁾-если измерительный кабель другой длины, выходы блока В1520А короткозамкнуты или в режиме холостого хода значения в данной таблице требуют корректировки
⁽²⁾- f частота в МГц

Таблица 10 коэффициенты для расчета погрешности измерения емкости

Частота	$Y_{OSC}[\text{нсек}]$	$Y_0[\text{нсек}]$	$E_P[\%]$	$Z_S[\text{МОм}]$
$1\text{кГц} \leq f^{(1)} \leq 200\text{кГц}$	$1 \times (125/U_{-}^{(2)} - 0,5)$	1,5	0,095	5,0
$200\text{кГц} < f \leq 1\text{МГц}$	$2 \times (125/U_{-} - 0,5)$	3,0	0,095	5,0
$1\text{МГц} < f \leq 2\text{МГц}$	$2 \times (125/U_{-} - 0,5)$	3,0	0,28	5,0
$2\text{МГц} < f$	$20 \times (125/U_{-} - 0,5)$	30,0	0,28	5,0

⁽¹⁾- f частота в Гц
⁽²⁾- U_{-} - напряжение переменного тока в мВ

Таблица 11 Значения допустимых погрешностей в испытываемом диапазоне

		F= 1 кГц	F= 10 кГц	F= 100 кГц	F= 1 МГц	F= 5 МГц
C=1 пФ	Допустимое значение погрешности δ	$\delta=3.37 \%$	$\delta=1.21 \%$	$\delta=1 \%$	$\delta=0.336 \%$	$\delta=0.46 \%$
C=100 пФ	Допустимое значение погрешности δ	$\delta=0.99 \%$	$\delta=0.972 \%$	$\delta=0.975 \%$	$\delta=0.33 \%$	$\delta=0.453 \%$

C=100 0пФ	Допустимое значение погрешности δ	$\delta=0.972 \%$	$\delta=0.97 \%$	$\delta=0.975 \%$	$\delta=0.336 \%$	$\delta=0.48 \%$
C=0.01 мкФ	Допустимое значение погрешности δ	$\delta=0.97 \%$	$\delta=0.976 \%$	$\delta=0.981 \%$	$\delta=0.339 \%$	$\delta=0.76 \%$
C=1мк Ф	Допустимое значение погрешности δ	$\delta=0.986 \%$	$\delta=1.595 \%$	$\delta=1.6 \%$	$\delta=6.58 \%$	$\delta=31.65 \%$

Испытания считаются успешные, если измеряемая величина в пределах погрешностей, определяемых по формуле (6) не превышает значений указанных в таблице 11.

5.3.4. Определение абсолютной погрешности амплитудных и временных характеристик импульсов модуля B1525A (HV- SPGU)

Определение погрешности амплитудных характеристик модуля B1525A приведенных в таблице 12 проводится с помощью подключения мультиметр 3458A методом прямых измерений. Уровень выходного напряжения проверяется по всему заявленному диапазону. Измерение тока КЗ происходит на линейных зажимах устройства защиты от короткого замыкания мультиметром 3458A.

Определение погрешности временных характеристик (период, ширина и время нарастания импульса) производится с помощью цифрового осциллографа DSO6052A. Период импульса проверяется в диапазоне 50 нсек до 8 сек. с шириной импульса от 15нсек до 8 сек соответственно и временем нарастания от 10 нсек до 400 мсек соответственно.

Таблица 12 .Основные технические характеристики модуля высоковольтного генератора импульсов B1525A (HV- SPGU)

Амплитудные характеристики напряжения постоянного тока и импульса		
Уровень выходного напряжения	50 Ω XX	От -20 В до +20 В От -40 В до +40 В
Погрешность установки выходного напряжения ⁽¹⁾	XX	$\pm(0,005 \cdot U_{\text{вых}} + 50 \text{ мВ})$
Разрешающая способность по амплитуде	50 Ω	0,2 мВ (в диапазоне $\pm 10 \text{ В}$) 0,8 мВ (в диапазоне $\pm 40 \text{ В}$)
	XX	0,4 мВ (в диапазоне $\pm 10 \text{ В}$) 1,6 мВ (в диапазоне $\pm 40 \text{ В}$)
Ток КЗ		800 мА импульсное (400 мА среднее ⁽²⁾)
Амплитуда выброса ⁽³⁾	50 Ω	$\pm(0.05 \times U_{\text{выброса}} + 20 \text{ мВ})$
⁽¹⁾ – через 1мсек после завершения переходного процесса ⁽²⁾ – эта величина определяется при следующих условиях: [(Количество установленных модулей B1525A)×0,2 А] + [Потребление постоянного ток всех модулей (включая модуль B1525A)]<3,0А ⁽³⁾ – указанные условия действуют в определенный период времени		
Временные характеристики ⁽¹⁾		
Частотный диапазон	От 0,1 Гц до 33 МГц	
Период импульса	Устанавливаемый диапазон	От 30 нсек до 10сек
	Разрешающая способность	10 нсек
	Минимальное значение	100 нсек ⁽²⁾
	Погрешность установки	$\pm 1 \%$
Ширина импульса	Устанавливаемый диапазон	От 10 нсек до (Период -10 нсек)
	Разрешающая способность	2,5 нсек (Тфронта и Тсреза $\leq 8 \text{ мсек}$) 10 нсек (Тфронта или Тсреза $> 8 \text{ мсек}$)
	Минимальное значение	50 нсек
	Погрешность установки	$\pm(0.03 \cdot T^{(4)} + 2 \text{ нсек})$

Время нарастания ⁽³⁾ (Тфронта и Тсреза)	Устанавливаемый диапазон	От 8 нсек до 400мсек
	Разрешающая способность	2 нсек (Тфронта и Тсреза ≤ 8мсек) 8 нсек (Тфронта или Тсреза > 8мсек)
	Минимальное значение	20 нсек (Uампл ≤ 10В) 30 нсек (Uампл ≤ 20В) 60 нсек (Uампл > 20В)
	Погрешность установки	± (0.05 · T ⁽⁵⁾ + 10 нсек) (Uампл ≤ 10В) ± (0.05 · T ⁽⁵⁾ + 10 нсек) (Uампл ≤ 20В)
⁽¹⁾ – если не оговоренно другое, то все характеристики даны для 50Ω ⁽²⁾ – Значение нормируется при Uампл ≤ 10 В ⁽³⁾ – время при котором амплитуда импульса изменяется от 10% до 90% от Uампл ⁽⁴⁾ - Ширина импульса ⁽⁵⁾ - Тфронта или Тсреза		

Результаты проверки считают удовлетворительными, если измеренные значения характеристик модуля В1525А не превышают нормируемых значений, указанных в таблице 12.

5.3.5. Определение абсолютной погрешности характеристик сигналов произвольной формы модуля В1530А.

Проверка характеристик источника напряжения постоянного тока модуля В1530А приведенных в таблице 13 проводится с помощью подключения мультиметра 3458А и при уровне выходного напряжения ±4 В для режима переменного тока и режима генерации импульсов. Время фронта и среза и период импульсов контролируют с помощью цифрового осциллографа DSO6052А. Погрешность измерений измерителя напряжения постоянного тока так же проверяется подключением мультиметра 3458А

Таблица 13 .Основные технические характеристики модуля генератора произвольной формы - измерителя В1530А (WGFMU)

Характеристики источника напряжения постоянного тока	
Уровень выходного напряжения (в режиме переменного тока и напряжения)	От -5 В до 5 В От -10 В до 0 В От 0 В до 10 В
Уровень выходного напряжения (в режиме генератора импульсов)	От -5 В до 5 В (XX) От -2,5 В до 2,5 В (50Ω)
Погрешность установки выходного напряжения	± 0,1 % от установленного значения ± 0,1 % от диапазона ⁽¹⁾
Разрешающая способность ⁽²⁾	96 мкВ (от -3 В до 3В) 160 мкВ (в других диапазонах исключая от -3В до 3В)
Амплитуда выброса	±(0.05А + 20 мВ) ⁽³⁾
Тфронта (от 10% до 90%) / Тсреза (от 90% до 10%)	Погрешность: ±(0.05Т + 10 нсек) при заданных установках ⁽⁴⁾ Минимальное значение: 24 нсек (импульсный режим, нагрузка 50 Ом)
Период импульса	Погрешность: ±1% при заданных установках ⁽⁵⁾ Минимальное значение: 100 нсек (импульсный режим, нагрузка 50 Ом)
Характеристики измерителя напряжения постоянного тока	
Погрешность измерения	± 0,1 % от установленного значения ± 0,1 % от диапазона ⁽⁶⁾
Разрешающая способность	680 мкВ (в диапазоне от -5 В до 5 В) 1,4 мкВ (в диапазоне от -10 В до 10 В)

Разрешающая способность	0,014% от диапазона
(1) – зависит от диапазона или режима работы. Напряжение постоянного тока – постоянно. Сопротивление нагрузки должно быть ≥ 1 Мом (диапазон 1 мкА) или ≥ 200 кОм (все другие диапазоны) для режима переменного тока и напряжения или ≥ 1 Мом для импульсного режима (2) – может изменяться более чем на 5% в зависимости от результатов калибровки (3) - Импульсный режим, нагрузка 50 Ом, Тфронта и Тсреза > 16 нсек с кабелем 1,5 м; > 32 нсек с кабелем 3 м; > 56 нсек с кабелем 5 м; (4) – Импульсный режим, нагрузка 50 Ом, Тфронта и Тсреза ≥ 24 нсек (5) - Импульсный режим, нагрузка 50 Ом, период импульса ≥ 100 нсек (6) – использовать модуль данной величины ,зависит от диапазона или режима работы. Напряжение постоянного тока – постоянно. Условия применения: 10000 усредненных значений для диапазона 10 мкА и выше; 100000 усредненных значений для диапазона 1 мкА. (7) – Разрешение дисплея. Может изменяться более чем на 5% в зависимости от результатов калибровки	

Результаты проверки считают удовлетворительными, если измеренные значения характеристик модуля В1530 не превышают нормируемых значений, указанных в таблице 13

5.3.6 Подтверждение соответствия программного обеспечения.

Подтверждение соответствия программного обеспечения анализатора мощных устройств/характериограф В1505А с модулями В1510А, В1511А, В1512А, В1513А, В1513В, В1514А, В1520А, В1525А, В1530А проводят следующим образом:

- для определения номера версии анализатора мощных устройств/характериограф В1505А с модулями В1510А, В1511А, В1512А, В1513А, В1513В, В1514А, В1520А, В1525А, В1530А нужно включить его питание. Идентификация ПО (проверка номера версии программного обеспечения) выполняется следующим образом. На дисплее из главного меню переходят в меню Configuration, далее в появившемся окне перейти на вкладку Main Frame. Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения будет выявлен в окне Firmware Rev.

Результат проверки считать положительным, если номер версии программного обеспечения совпадает с:

А.04.11.2010.1209

6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 Положительные результаты поверки Анализатор мощных устройств/характериограф В1505А с модулями В1510А, В1511А, В1512А, В1513А, В1513В, В1514А, В1520А, В1525А, В1530А оформляют свидетельством о поверке в соответствии с ПР 50.2.006-94.

6.2 При несоответствии результатов поверки требованиям любого из пунктов настоящей методики анализатор к дальнейшей эксплуатации не допускают и выдают извещение о непригодности в соответствии с ПР 50.2.006-94. В извещении указывают причину непригодности и приводят указание о направлении анализатора в ремонт или невозможности их дальнейшего использования.

Начальник сектора испытаний,
лаборатории № 447
ГЦИ СИ ФБУ «Ростест-Москва»

Е.В. Котельников
« 29 » июня 2012 г